苜蓿黄酮对28~70日龄扬州鹅生长性能、器官发育和血清生化指标的影响

陈银银[1]　贡笑笑[1]　李国栋[1]　林　淼[1]　霍永久[1]　李胜利[2]　赵国琦[1*]

（1.扬州大学动物科学与技术学院，扬州 225009；2.中国农业大学动物科学技术学院，北京 100193）

摘　要：本试验旨在研究饲粮中添加不同水平苜蓿黄酮对28~70日龄扬州鹅生长性能、器官发育和血清生化指标的影响。选取240只21日龄健康、体重相近的扬州鹅公鹅，随机分为4个组，每组6个重复，每个重复10只鹅。对照组饲喂基础饲粮，试验组（I、II、III组）分别饲喂添加150、300和450 mg/kg苜蓿黄酮的试验饲粮。预试期7 d，正试期42 d。结果表明：1）Ⅱ组的末重和平均日采食量显著高于其他3组（P<0.05）；Ⅱ组的平均日增重显著高于对照组和Ⅰ组（P<0.05）；各组间料重比差异不显著（P>0.05）。2）对照组和各试验组间的宰前活重、屠体重、屠宰率、半净膛重、半净膛率、全净膛重、全净膛率、腿肌重和腿肌率差异不显著（P>0.05）；各试验组的胸肌重和胸肌率均显著高于对照组（P<0.05）；Ⅰ组的腹脂重和腹脂率显著高于对照组和III组（P<0.05）；Ⅱ组的胫骨重显著高于对照组和Ⅰ组（P<0.05）。3）各试验组与对照组的心脏重、肝脏重和腺胃重无显著差异（P>0.05）；各试验组的脾脏重显著高于对照组（P<0.05）；Ⅱ组的法氏囊重显著高于对照组和Ⅰ组（P<0.05）；Ⅱ组和III组的肌胃重显著高于对照组和Ⅰ组（P<0.05）。4）Ⅱ组血清总胆固醇（TC）、甘油三酯（TG）、低密度脂蛋白（LDL）和尿素氮（UN）含量显著低于对照组（P<0.05）；Ⅰ组和Ⅱ组的血清高密度脂蛋白（HDL）含量显著高于对照组和III组（P<0.05）；各组间血清总蛋白（TP）、白蛋白（ALB）、球蛋白（GLB）含量和白球比（A/G）差异不显著（P>0.05）；Ⅱ组和III组的血清谷丙转氨酶（ALT）和谷草转氨酶（AST）活性高于Ⅰ组和对照组，但差异不显著（P>0.05）；Ⅰ组和Ⅱ组血清碱性磷酸酶（ALP）活性高于对照组和III组，但差异不显著（P>0.05）。综上所述，苜蓿黄酮的添加能够提高扬州鹅的生长

收稿日期：2016-02-23

基金项目：国家自然科学基金项目（31572430）；江苏省高校优势学科建设工程资助项目（PAPD）

作者简介：陈银银(1989—)，男，江苏宿迁人，硕士研究生，从事动物营养与饲料科学研究。E-mail: chenyinyin90s@163.com

*通信作者：赵国琦，教授，博士生导师，E-mail: gqzhao@yzu.edu.cn

性能、器官发育和血清生化指标，其中添加 300 mg/kg 苜蓿黄酮的效果最好。

关键词：苜蓿黄酮；扬州鹅；生长性能；器官发育；血清生化指标

中图分类号：S835　　　　　　文献标识码：　　　　　　　　　　　文章编号：

紫花苜蓿（*Medicago sativa* L.）是高产优质的多年生豆科植物，有“牧草之王”的美誉，被世界各地广泛引种栽培，其营养价值丰富并富含多种活性物质，在我国牧草资源开发领域，紫花苜蓿的资源利用已成为有良好发展前景的项目，国内外对紫花苜蓿的开发和利用也越来越关注和重视[1]。而黄酮(flavonoids)作为苜蓿的生物活性成分之一，在一定剂量范围内对畜禽有明显的促进生长、改善胴体品质和增强机体免疫力等作用[2-3]。夏素银等[4]在蛋鸡饲粮中添加苜蓿草粉可以改善蛋品质和蛋黄颜色。朱宇旌等[5]在小鼠饲粮中添加苜蓿异黄酮，可显著地提高雄性小鼠的生长性能，对小鼠的特异性和非特异性免疫功能都有一定地提高和改善。黄酮类物质在猪、鼠、反刍动物和鸡等动物上有相关的研究[6-11]，但对扬州鹅的影响研究尚未见报道。扬州鹅是利用我国地方鹅种资源，采用现代遗传育种技术育成的新品种，具有早期生长速度快、适应性强、耐粗饲且肉质鲜美等优点。本试验拟通过添加不同水平苜蓿黄酮研究其对扬州鹅生长性能、器官发育和血清生化指标的影响，为苜蓿黄酮在鹅生产中的合理应用及有效开发苜蓿资源提供科学依据。

1　材料与方法

1.1　试验动物与材料

选择 1 日龄扬州鹅公鹅(购自扬州市高邮朝天歌农牧有限公司)，常规饲养到 21 日龄进行试验。苜蓿黄酮：采用 CO_2 超临界法萃取，经高速逆流色谱技术分离纯化再经紫外分光光度法测定，苜蓿黄酮含量为 81%。试验用苜蓿黄酮测定方法参照文献[12]。

1.2　试验设计与饲养管理

试验于 2015 年 4—6 月在扬州大学教学实习基地扬州瑞农科技有限公司鹅场进行。选用 240 只 21 日龄健康、体重相近的扬州鹅公鹅，采用单因子试验设计，随机分 4 个组，每组 6 个重复，每个重复 10 只鹅。对照组饲喂基础饲粮，试验组（I、II、III组）分别饲喂添加 150、300 和 450 mg/kg 苜蓿黄酮的试验饲粮，其中各试验组苜蓿黄酮按比例先混合于配好的预混料中，然后加入饲粮中混匀。采用舍内网上平养，人工添料，自由采食与饮水，自然光照，并按常规程序进行免疫接种。预试期 7 d，预试期

第 1~2 天饲喂基础饲粮，第 3~5 天按 1/3 试验饲粮和 2/3 基础饲粮的比例饲喂，第 6~7 天按 2/3 试验饲粮和 1/3 基础饲粮的比例饲喂，试验期 42 d。

基础饲粮以玉米-豆粕为基础原料，参考 NRC（1994）标准，设计营养水平相同或相近的饲粮，其组成及营养水平见表 1。

表 1　基础饲粮组成及营养水平(风干基础)

Table 1　Composition and nutrient levels of the basal diet (air-dry basis)　%

原料 Ingredients	含量 Content	营养水平 Nutrient levels[2)]	含量 Content
玉米 Corn	51.50	代谢能 ME/（MJ/kg）	10.95
豆粕 Soybean meal	23.00	粗蛋白质 CP	16.42
麸皮 Wheat bran	10.00	粗纤维 CF	5.58
燕麦草 Oat grass	8.00	粗脂肪 EE	3.07
石粉 Limestone	1.50	钙 Ca	0.97
磷酸氢钙 $CaHPO_4$	1.00	总磷 TP	0.61
预混料 Premix[1)]	5.00	蛋氨酸 Met	0.40
合计 Total	100.00	赖氨酸 Lys	1.03

[1)]预混料为每千克饲粮提供 The premix provided the following per kg of the diet: VA 1 500 IU，VD_3 200 IU，VE 12.5 IU，VB_1 2.4 mg，VB_2 5.0 mg，VB_6 2 mg，VB_{12} 0.01 mg，烟酸 nicotinic acid 65 mg，*D*-泛酸 *D*-pantothenic acid 15 mg，叶酸 folic acid 0.5 mg，生物素 biotin 0.2 mg，胆碱 choline 15 mg，Fe (as ferrous sulfate) 90 mg，Cu (as copper sulfate) 5 mg，Mn (as manganese sulfate) 95 mg，Zn (as zinc sulfate) 90 mg，I (as potassium iodide) 0.5 mg，Se (as sodium selenite) 0.3 mg。

[2)]代谢能为计算值，其余为实测值。ME was a calculated value, while the others were measured values.

1.3　指标测定

1.3.1　生长性能指标

在试验期间，分别在 28、35、42、49、56、63 和 70 日龄当天 08：00 对扬州鹅逐只空腹称重(停饲 6 h），统计各组试验鹅的日采食量及增重情况，计算平均日采食量(average daily feed intake, ADFI)、平

均日增重(average daily gain, ADG)和料重比(feed/gain, F/G)。

1.3.2　屠宰性能指标

在 70 日龄试验结束时，每组选取 12 只鹅进行屠宰（每个重复 2 只），测定胴体重、全净膛重、半净膛重、胸肌重、腿肌重、腹脂重、胫骨重等指标，进行屠宰率、全净膛率、半净膛率、胸肌率、腿肌率和腹脂率的计算。

屠宰率(%)＝（屠体重/宰前活重）×100；

半净膛率（%）＝（半净膛重/宰前活重）×100；

全净膛率(%)=（全净膛重/宰前活重）×100；

胸肌率(%)＝（两侧胸肌重/全净膛重）×100；

腿肌率(%)＝（两侧腿肌重/全净膛重）×100；

腹脂率(%)＝[腹脂重/(全净膛重＋腹脂重)]×100。

1.3.3　脏器指数

将剔除周围脂肪的腺胃、肌胃（去除内容物）、心脏、肝脏、脾脏和法氏囊分别迅速称量其重量并计算脏器指数，计算公式：

脏器指数（%）=（内脏器官鲜重/活重）×100。

1.3.4　血清生化指标

试验第 70 天，从每组中选取 12 只扬州鹅进行翅静脉采血样 10 mL，3 500 r/min 离心 15 min 制备血清，于-20 ℃保存。

血清样品在扬州市疾病预防控制中心进行检测，测定指标包括：总蛋白（total protein, TP）、白蛋白(albumin，ALB)、球蛋白（globulin，GLB）、白球比(albumin/globulin，A/G)、谷丙转氨酶(alanine aminotransferase, ALT)、谷草转氨酶(aspartate aminotransferase, AST)、碱性磷酸酶（alkaline phosphatase, ALP)、尿素氮（urea nitrogen, UN)、总胆固醇（total cholesterol, TC)、甘油三酯（triglycerides, TG)、高密度脂蛋白（high-density lipoprotein, HDL)和低密度脂蛋白（low-density lipoprotein, LDL）。

1.4　统计分析

试验数据先使用 Excel 2007 进行初步处理然后采用 SPSS 21.0 统计软件进行单因素方差分析(one-way ANOVA)，Duncan 氏法进行多重比较，试验数据以平均值±标准差表示，$P<0.05$ 为差异显著性判断标准。

2　结果与分析

2.1　苜蓿黄酮对 28~70 日龄扬州鹅生长性能的影响

由表 2 可知，II 组的末重和平均日采食量显著高于其他 3 组（*P*<0.05）；II 组的平均日增重显著高于对照组和 I 组（*P*<0.05）；各组间料重比差异不显著（*P*>0.05），但 II 组最低。

从本试验结果来看，苜蓿黄酮的添加能够提高扬州鹅的生长性能，其中 II 组的效果最好。

表 2　苜蓿黄酮对 28~70 日龄扬州鹅生长性能的影响

Table 2　Effects of alfalfa flavonoids on growth performance of *Yangzhou* geese at the age of 28 to 70 days

项目	组别 Groups			
Items	对照 Control	I	II	III
初重 IBW/kg	1.21±0.04	1.22±0.05	1.22±0.06	1.23±0.06
末重 FBW/kg	3.18±0.14^{b}	3.20±0.26^{b}	3.42±0.13^{a}	3.25±0.19^{b}
平均日采食量 ADFI/(g/d)	245.17±32.71^{b}	247.25±23.63^{b}	258.80±33.31^{a}	248.94±26.57^{b}
平均日增重 ADG/(g/d)	46.90±4.01^{b}	47.14±3.97^{b}	52.42±3.88^{a}	48.10±3.73^{ab}
料重比 F/G	5.22±0.98	5.24±1.65	4.94±0.62	5.18±0.58

同行数据肩标不同小写字母表示差异显著（*P*<0.05），相同或无字母表示差异不显著（*P*>0.05）。下表同。

In the same row, values with different small letter superscripts mean significant difference (*P*<0.05), while with the same or no letter superscripts mean no significant difference (*P*>0.05). The same as below.

2.2　苜蓿黄酮对 28~70 日龄扬州鹅屠宰性能的影响

由表 3 可知，对照组和各试验组间的宰前活重、屠体重、屠宰率、半净膛重、半净膛率、全净膛重、全净膛率、腿肌重和腿肌率差异不显著（*P*>0.05）；各试验组的胸肌重和胸肌率均显著高于对照组（*P*<0.05），其中 II 组最高；I 组的腹脂重和腹脂率显著高于对照组和III组（*P*<0.05）；II 组的胫骨重显著高于对照组和 I 组（*P*<0.05），而与III组差异不显著（*P*>0.05）。

从本试验结果来看，苜蓿黄酮的添加改善了扬州鹅大部分的屠宰性能指标，其中 II 组的效果最好。

表 3　苜蓿黄酮对 28~70 日龄扬州鹅屠宰性能的影响

Table 3　Effects of alfalfa flavonoids on slaughter performance of *Yangzhou* geese at the age of 28 to 70 days

项目	组别 Groups			
Items	对照 Control	I	II	III
宰前活重 Slaughter live weight/kg	3.21±0.36	3.22±0.51	3.29±0.40	3.23±0.48

屠体重 Slaughtering weight/kg	2.78±0.31	2.85±0.47	2.78±0.34	2.68±0.40
屠宰率 Carcass ratio/%	0.83±0.16	0.85±0.17	0.87±0.15	0.83±0.17
半净膛重 Semi-eviscerated weight/kg	2.23±0.48	2.24±0.29	2.28±0.34	2.18±0.40
半净膛率 Semi-eviscerated ratio/%	0.70±0.03	0.69±0.03	0.69±0.03	0.68±0.04
全净膛重 Eviscerated weight/kg	2.01±0.27	2.06±0.43	2.02±0.31	2.01±0.38
全净膛率 Eviscerated ratio/%	0.60±0.03	0.61±0.04	0.61±0.03	0.60±0.04
腿肌重 Leg muscle weight/g	250.58±9.52	254.86±10.54	260.11±11.67	259.00±9.34
腿肌率 Leg muscle ratio/%	12.44±1.08	12.50±1.36	13.26±1.95	12.98±1.32
胸肌重 Breast muscle weight/g	183.77±12.54[b]	222.16±15.83[a]	235.16±19.25[a]	223.51±12.71[a]
胸肌率 Breast muscle ratio/%	9.38±0.14[b]	11.21±0.45[a]	11.75±0.74[a]	11.20±0.64[a]
腹脂重 Abdominal weight/g	48.04±25.31[b]	55.53±20.96[a]	51.57±18.49[ab]	47.73±13.66[b]
腹脂率 Abdominal ratio/%	2.19±0.92[b]	2.65±0.72[a]	2.51±0.74[ab]	2.08±0.63[b]
胫骨重 Tibia weight/g	48.57±8.43[b]	49.93±10.55[b]	62.14±12.93[a]	54.60±12.58[ab]

2.3 苜蓿黄酮对 28~70 日龄扬州鹅器官发育的影响

由表 4 可知，各试验组与对照组的心脏重、肝脏重和腺胃重无显著差异（$P>0.05$），但 I ~III组均高于对照组，其中 II 组最高；各试验组的脾脏重显著高于对照组（$P<0.05$）；II 组的法氏囊重显著高于对照组和 I 组（$P<0.05$），但与III组差异不显著（$P>0.05$）；II 组和III组的肌胃重显著高于对照组和 I 组（$P<0.05$），且 II 组和III组间差异不显著（$P>0.05$）。

从本试验的结果来看，苜蓿黄酮的添加提高了扬州鹅内脏器官的重量，说明其对扬州鹅内脏器官的生长和发育有一定的促进作用，其中以 II 组的效果最好。

表 4 苜蓿黄酮对 28～70 日龄扬州鹅器官重的影响

Table 4 Effects of alfalfa flavonoids on organ weight of *Yangzhou* geese at the age of 28 to 70 days

g

项目	组别 Groups			
Items	对照 Control	I	II	III
心脏重 Hearth weight	21.89±3.21	22.21±3.86	22.46±2.49	22.14±3.48
肝脏重 Liver weight	74.25±8.57	76.06±12.28	77.13±6.98	75.33±11.68
脾脏重 Spleen weight	3.01±0.73[b]	3.90±1.20[a]	4.06±1.08[a]	3.98±0.78[a]

法氏囊重 Bursa of Fabricius weight	1.40±0.49^{b}	1.46±0.46^{b}	1.80±0.52^{a}	1.61±0.69^{ab}
肌胃重 Muscular stomach weight	108.13±16.65^{b}	111.68±21.85^{b}	130.05±22.18^{a}	129.89±21.30^{a}
腺胃重 Gland stomach weight	12.99±1.36	13.08±2.09	13.50±2.14	13.32±2.47

2.4 苜蓿黄酮对 28~70 日龄扬州鹅血清生化指标的影响

由表 5 可知，Ⅱ组与对照组相比，血清 TC、TG 和 LDL 含量显著降低（P<0.05）；Ⅰ组和Ⅱ组的血清 HDL 含量显著高于对照组和III组（P<0.05）；Ⅱ组和III组的血清 UN 含量显著低于对照组和Ⅰ组（P<0.05）；各组间血清 TP、ALB、GLB 含量和 A/G 差异不显著（P>0.05），但各试验组均高于对照组；Ⅱ组和III组的血清 ALT 和 AST 活性高于Ⅰ组和对照组，但差异不显著（P>0.05）；Ⅰ组和Ⅱ组血清 ALP 活性高于对照组和III组，但差异不显著（P>0.05）。

从本试验结果来看，苜蓿黄酮的添加具有改善扬州鹅血清生化指标的作用，其中Ⅱ组的效果最好。

表 5 苜蓿黄酮对 28～70 日龄扬州鹅血清生化指标的影响

Table 5 Effects of alfalfa flavonoids on serum biochemical indexes of *Yangzhou* geese at the age of 28 to 70 days

项目	组别 Groups			
Items	对照 Control	I	II	III
总胆固醇 TC/(mmol/L)	3.92±0.57^{a}	3.63±0.43^{ab}	3.20±0.62^{b}	3.18±0.47^{b}
甘油三酯 TG/(mmol/L)	1.07±0.27^{a}	0.89±0.35^{ab}	0.73±0.36^{b}	0.90±0.27^{ab}
高密度脂蛋白 HDL/(mmol/L)	1.50±0.26^{b}	1.73±0.25^{a}	1.76±0.40^{a}	1.47±0.23^{b}
低密度脂蛋白 LDL/(mmol/L)	1.12±0.30^{a}	1.01±0.34^{b}	1.04±0.27^{b}	1.02±0.33^{b}
尿素氮 UN/(mmol/L)	8.13±0.19^{a}	8.01±0.12^{a}	7.62±0.13^{b}	7.70±0.15^{b}
总蛋白 TP/(g/L)	45.08±4.39	45.24±2.04	46.89±5.52	44.70±6.15
白蛋白 ALB/(g/L)	14.37±0.99	15.71±0.67	15.28±1.25	14.40±1.02
球蛋白 GLB/(g/L)	30.11±3.65	30.52±1.84	31.62±4.74	30.30±5.82
白球比 A/G	0.47±0.04	0.52±0.03	0.49±0.06	0.49±0.07
谷丙转氨酶 ALT/(IU/L)	14.10±1.67	14.55±1.99	16.27±1.33	19.70±1.32
谷草转氨酶 AST/(IU/L)	54.00±8.58	55.45±10.56	64.75±10.77	61.20±13.36
碱性磷酸酶 ALP/(IU/L)	743.50±29.86	748.30±58.11	748.33±27.25	742.50±58.89

3 讨 论

3.1 苜蓿黄酮对 28~70 日龄扬州鹅生长性能的影响

黄酮类化合物属于植物次生代谢产物，是以黄酮（2-苯基色原酮）为母核而衍生的一类黄色色素，多项研究表明，从苜蓿中提取的黄酮具有轻度雌激素作用，能够提高畜禽的生长性能，清除体内自由基，提高机体抗氧化及抗应激能力[13-14]。黄酮类化合物可以通过作用于动物的下丘脑-垂体-靶器官生长轴，发挥促进动物生长的作用。周萍芳[15]在麻鸡的饲粮中添加了苜蓿黄酮提取物，饲喂一定时间后试验组与对照组相比，结果表明苜蓿黄酮提取物促进了麻鸡母雏的采食，提高了麻鸡母雏的体重和日增重，且对麻鸡增重的影响后期大于前期。且李垚等[16]研究表明，在基础饲粮中添加 0.2%沙棘黄酮可以显著提高爱拔益加（AA）肉鸡的屠宰率。沙棘叶总黄酮可提高饲料中钙、磷的利用率，利于胫骨钙和磷的沉积，促进胫骨的发育和骨骼强度的增加[17]。本试验结果与上述结论有一定的相似之处，在饲粮中添加 300 mg/kg 苜蓿黄酮显著提高了鹅的平均日采食量、平均日增重和末重，且降低了腹脂率，各试验组的胸肌和胫骨指标均高于对照组，这可能是因为此添加量的苜蓿黄酮在一定程度上起到了雌激素样作用，促进了鹅的生长，改善了屠宰率，在不提高腹脂沉积的情况下提高了饲料的转化率，提高了扬州鹅的生长性能。这与赵伟等[18]得出的结论相似。以上结果表明，适宜的苜蓿黄酮添加量在扬州鹅的饲粮中是可行的。

3.2 苜蓿黄酮对 28~70 日龄扬州鹅器官发育的影响

鹅内脏各个器官的生长发育状况可以间接的反映营养物质在体内的消化吸收，而心脏和肝脏是机体新陈代谢的重要器官，脾脏和法氏囊是鹅重要的免疫器官。早在 1985 年 Rivas 等[19]认为法氏囊和脾脏重可用于评价雏鸡的免疫状态。法氏囊是禽类 B 淋巴细胞发育成熟的场所，来源于骨髓的多能干细胞进入法氏囊，受法氏囊囊素的作用，分化成成熟的 B 淋巴细胞，在体液免疫方面具有重要的作用，法氏囊存在时间的长短对鸡体的免疫功能，特别是体液免疫有重要影响[20]。其质量增加可促进 B 细胞的诱导分化和成熟，促进机体的体液免疫[21]。胃是鹅的主要消化器官，肌胃有发达的肌肉壁，内壁覆盖一层角质膜，能够磨碎食物[22]。本试验中饲粮添加苜蓿黄酮提高了鹅的脏器指数，其中肝脏、脾脏和法氏囊的重量随着添加量的增加，出现先增加后降低的趋势，这可能是苜蓿黄酮促进了肝脏糖原的储存，合成分泌性蛋白增加，促进了脾脏和法氏囊免疫机制的充分发挥。而肌胃和腺胃的重量在一定范围内有增加的趋势，而过量则会使重量下降，这可能是因为过多的苜蓿黄酮影响了饲粮的适口性。

3.3 苜蓿黄酮对 28~70 日龄扬州鹅血清生化指标的影响

TG 和 TC 是脂肪的组成成分，其含量的高低反映了脂类的吸收、代谢及利用情况，其含量越低，表明对脂肪的利用率越高，HDL 的主要生理功能是把胆固醇运输到全身各处细胞，运输到肝脏合成胆

酸[23-24]。LDL 富含胆固醇，含量高时会导致动脉粥样硬化[25]。本试验结果表明，苜蓿黄酮的添加降低了扬州鹅血清 TG、TC 和 LDL 的含量，提高了血清 HDL 的含量，这说明在一定程度上苜蓿黄酮的添加促进了胆固醇的代谢，减缓了胆固醇在机体内的沉积，从而改善了肉品质。周萍芳[15]研究表明，饲粮中添加 150~450 mg/kg 苜蓿黄酮可提高麻鸡血清中 TP、ALB 和 GLB 含量，这与本试验结果相符，表明苜蓿黄酮在一定剂量范围内对鹅蛋白质代谢和肝脏功能无不良影响，有利于体内的蛋白质合成。血清 UN 是家禽氨基酸代谢的主要终产物，而蛋白质的代谢可以通过血清 UN 含量的高低来反映，血清 UN 含量升高反映蛋白质分解加强，降低表示蛋白质合成沉积增加提高氮的利用率[26]。本试验中各试验组与对照组相比有降低血清 UN 含量的趋势，但均保持在正常范围，这与周萍芳[15]的研究结果一致，说明饲粮中添加苜蓿黄酮提高了扬州鹅机体对氮的利用，增加了蛋白质的沉积。血清中 ALT 和 AST 是动物体内重要的转氨酶，在非必需氨基酸的合成和蛋白质的分解代谢中起着重要的中介作用，其高低反映了蛋白质合成和分解代谢的状况[27]。本试验中各试验组血清 ALT 和 AST 活性相比对照组有提高的趋势，但差异不显著，可能是因为添加的苜蓿黄酮在提高蛋白质、氨基酸利用率的同时加快了体内 ALT 和 AST 2 种转氨酶的利用能力，但对机体并没有不良的影响。这与王梦竹等[28]的研究结果一致。通常畜禽在正常生长情况下，血清 ALP 活性会升高，只有在肠吸收障碍下，才会下降。而 ALP 是焦磷酸酶，具有催化焦磷酸的分解，促进骨盐沉积的作用[29]。本试验结果显示，Ⅰ组和Ⅱ组血清 ALP 活性均高于对照组，说明苜蓿黄酮具可提高血清 ALP 的活性，并且不会发生肠吸收障碍，并能够在一定程度上促进扬州鹅骨骼的生长，这与胫骨所测的结果基本相符。但苜蓿黄酮中含有其他的物质可能对血清生化指标产生影响，其具体的机制有待进一步研究。

4 结 论

28~70 日龄扬州鹅饲粮中添加苜蓿黄酮可以提高扬州鹅的平均日采食量，降低料重比，对屠宰性能、器官指数和血清生化指标无不良影响，且有一定的改善作用，其中添加 300 mg/kg 苜蓿黄酮的效果最好。

参考文献：

[1] 余凡,葛亚龙,杨恒拓,等.苜蓿黄酮的研究概况[J].食品与发酵科技,2014,50(1):9–13.

[2] 熊小文,周萍芳,丁君辉,等.苜蓿草粉和苜蓿黄酮提取物对崇仁麻鸡母雏生长性能和养分利用率的影响[J].江西畜牧兽医杂志,2012(3):30–33.

[3] 朱见明,李娜,张亚军,等.苜蓿黄酮的研究进展[J].草业科学,2009,26(9):156–162.

[4] 夏素银,王成章,詹发柏,等.苜蓿草粉饲粮添加纤维素酶对蛋鸡生产性能、蛋品质及养分利用率的影

响[J].草业学报,2011,20(5):183–191.

[5] 朱宇旌,张勇,宁自利,等.苜蓿异黄酮提取物对小鼠生长和免疫功能的影响[J].营养学报,2008,30(6):615–618.

[6] 张响英,王根林,唐现文,等.大豆黄酮对仔公猪增重及血清激素水平的影响[J].动物营养学报,2006,18(1):59–61.

[7] 高惠林,王前光,刘秋.大豆黄酮的作用机制及在蛋鸡养殖中的应用研究[J].湖北农业科学,2011,50(3):550–552,556.

[8] 闫祥华,顾景范,孙存普,等.大豆异黄酮对大鼠血脂和过氧化状态的影响[J].营养学报,2000,22(1):31–35.

[9] 庄颖,姚荣英,张玉媛,等.大豆异黄酮对大鼠血浆脂蛋白的影响及抗氧化作用[J].基础医学与临床,2005,25(7):628–631.

[10] 刘德义,周玉传,陆天水,等.大豆异黄酮对奶牛产奶量和乳脂率及饲料转化率的影响[J].中国畜牧杂志,2004,40(4):31–32.

[11] 郝振荣,朱志宁,王明,等.大豆异黄酮对奶牛泌乳后期泌乳性能、免疫功能和乳腺肥大细胞白介素-4水平的影响[J].动物营养学报,2010,22(6):1679–1686.

[12] 丛媛媛,帕丽达·阿不力孜,赵文惠,等.紫外分光光度法测定紫花苜蓿黄酮的含量[J].时珍国医国药,2006,17(3):363.

[13] DORNBOS D L,SPENCER G F,MILLER R W.Medicarpin delays alfalfa seed germination and seedling growth[J].Crop Science,1990,30(1):162–166.

[14] 谢棒祥.类黄酮对肉仔鸡胴体品质、脂质代谢和抗氧化状况的影响[D].硕士学位论文.北京:中国农业科学院,2001.

[15] 周萍芳.苜蓿黄酮提取物对麻鸡生产性能及脂肪沉积的影响[D].硕士学位论文.南昌:江西农业大学,2011.

[16] 李垚,付晶,王宝东,等.沙棘黄酮对 AA 肉仔鸡胴体和肉品质的影响[J].畜牧兽医学报,2008,39(9):1217–1223.

[17] 陈鑫,李垚,赵伟,等.沙棘叶总黄酮对 AA 肉鸡饲粮中钙磷利用率和胫骨发育的影响[J].中国饲料,2010(8):30–33.

[18] 赵伟,陈鑫,刘红南,等.沙棘叶黄酮对肉鸡生长性能及胴体品质的影响[J].动物营养学

报,2012,24(1):117–123.

[19] RIVAS A L,FABRICANT J.Indications of immunodepression in chickens infected with various strains of Marek’s disease virus[J].Avian Diseases,1988,32(1):1–8.

[20] 廖明,张春红,丘鹤英.家禽免疫学基础知识[J].中国兽医杂志,1996,22(11):49–51.

[21] 张荣庆,韩正康.异黄酮植物雌激素对小鼠免疫功能的影响[J].南京农业大学学报,1993,16(2):64–68.

[22] 刘记强,田亚东,康相涛,等.日粮添加苜蓿草粉对固始鸡体重、体尺指标和内脏器官发育的影响[J].动物营养学报,2009,21(5):784–791.

[23] 陈赛娟,刘亚娟,王圆圆,等.枸杞多糖对泌乳母兔生产性能及血清生化指标的影响[J].中国农业科学,2013,46(10):2168–2174.

[24] 王进波,齐莉莉,刘建新.黑麦草替代部分精料对生长肥育猪血液生化指标及脂肪代谢的影响[J].中国畜牧杂志,2008,44(13):37–38.

[25] ANTHONY M S,CLARKSON T B,HUGHES C L,Jr,et al.Soybean isoflavones improve cardiovascular risk factors without affecting the reproductive system of peripubertal rhesus monkeys[J].The Journal of Nutrition,1996,126(1):43–50.

[26] 岳双明,周安国,王之盛,等.日粮锌与蛋白质互作对断奶仔猪生产性能以及部分血液生化指标的影响[J].动物营养学报,2009,21(3):279–287.

[27] 王惠影,姜涛,刘毅,等.菜籽粕对7～9周龄浙东白鹅生长性能、养分利用率及血清生化指标的影响[J].动物营养学报,2015,27(2):400–407.

[28] 王梦竹,刘艳丰,王文奇,等.苜蓿黄酮对绵羊生长性能和血清指标的影响[J].中国畜牧兽医,2015,42(9):2345–2351.

[29] 刘祥友,何瑞国,周世霞,等.日粮粗纤维对朗德鹅生产性能和血清参数影响的研究[J].中国粮油学报,2006,21(3):178–183.

Effects of Alfalfa Flavonoids on Growth Performance, Organ Development and Serum Biochemical Indexes of *Yangzhou* Geese Aged from 28 to 70 Days

CHEN Yinyin[1] GONG Xiaoxiao[1] LI Guodong [1] LIN Miao[1] HUO Yongjiu[1] LI Shengli[2] ZHAO

Guoqi[1*]

(1. *College of Animal Science and Technology, Yangzhou University, Yangzhou* 225009, *China;* 2. *College of Animal Science and Technology, China Agricultural University, Beijing* 100193, *China*)

Abstract: This experiment was conducted to study the effects of dietary different alfalfa flavonoids supplemental levels on growth performance, organ development and serum biochemical indexes of *Yangzhou* geese at the age of 28 to 70 days. Two hundred and forty 21-days-old healthy male geese with similar body weight were randomly distributed into 4 groups with 6 replicates per group and 10 geese per replicate. Geese in the control group were fed with a basal diet and the others in the experimental groups (groups Ⅰ, Ⅱ and Ⅲ) were fed with experimental diets supplemented with 150, 300 and 450 mg/kg alfalfa flavonoids respectively, and had 7 days for pre-test and 42 days for formal test. The results showed as follows: 1) the final body weight and average daily feed intake of group Ⅱ were significantly higher than those of the other three groups (P<0.05). The average daily gain of experimental group Ⅱ was significantly higher than that in control group and group Ⅰ (P<0.05). There was no significant difference in the ratio of feed to gain among all group (P>0.05). 2) The slaughter live weight, carcass weight ,slaughter ratio, semi-eviscerated weight, semi-eviscerated ratio, eviscerated weight ,eviscerated ratio, leg muscle weight and leg muscle ratio had no significant difference among each group (P>0.05) . The breast muscle weight and breast muscle ratio of experimental groups were significantly higher than those of control group (P<0.05). The abdominal weight and abdominal ratio of group Ⅰ were significantly higher than those of control group and group Ⅲ (P<0.05), and the tibia weight of group Ⅱ was significantly higher than that of control group and group Ⅰ (P<0.05). 3) There were no significant differences in heart weight, liver weight and gland stomach weight among all groups (P>0.05). The spleen weight of experimental groups was significantly higher than that of control group (P<0.05). The bursa of Fabricius weight of group Ⅱ was significantly higher than that of control group and group Ⅰ (P<0.05), the muscular stomach weight of groups Ⅱ and Ⅲ was significantly higher than that of control group and group Ⅰ (P<0.05). 4) The contents of total cholesterol, triglycerides, low-density lipoprotein and urea nitrogen in serum of group Ⅱ were significantly lower than those of control group (P<0.05). The serum high-density lipoprotein content of groups Ⅰ and Ⅱ was significantly higher than that of control group and group Ⅲ (P<0.05). There were no significant differences in the content of total protein, albumin and globulin and albumin/globulin in serum among all groups (P>0.05). The activities of alanine aminotransferase and aspartate aminotransferase in serum of groups Ⅱ and Ⅲ were higher than that in

*Corresponding author, ZHAO Guoqi, professor, E-mail: gqizhao@yzu.edu.cn

group Ⅰ and control group (*P*>0.05), and the serum alkaline phosphatase activity of groups Ⅰ and Ⅱ was higher than that of control group and group Ⅲ (*P*>0.05). It is concluded that the addition of alfalfa flavnoids can improve the growth performance, organ development and serum biochemical indexes of *Yangzhou* geese, and the optimal alfalfa flavnoids supplemental level is 300 mg/kg.

Key words: alfalfa flavnoids; *Yangzhou* geese; growth performance; organ development; serum biochemical indexes

*Corresponding author, professor, E-mail: gqzhao@yzu.edu.cn (责任编辑　武海龙)